



PTO/SB/21 (01-03)

Approved for use through 04/30/2003. OMB 0651-0031

U.S. Patent and Trademark Office; U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE

Under the Paperwork Reduction Act of 1995, no persons are required to respond to a collection of information unless it displays a valid OMB control number.

<b>TRANSMITTAL FORM</b>  (to be used for all correspondence after initial filing)	Application Number	10/775,456	
	Filing Date	February 10, 2004	
	First Named Inventor	Melchior et al.	
	Art Unit		
	Examiner Name		
Total Number of Pages in This Submission	27	Attorney Docket Number	MAIKP119US

ENCLOSURES (Check all that apply)		
<input type="checkbox"/> Fee Transmittal Form	<input type="checkbox"/> Drawing(s)	<input type="checkbox"/> After Allowance Communication to Group
<input type="checkbox"/> Fee Attached	<input type="checkbox"/> Licensing-related Papers	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Board of Appeals and Interferences
<input type="checkbox"/> Amendment/Reply	<input type="checkbox"/> Petition	<input type="checkbox"/> Appeal Communication to Group (Appeal Notice, Brief, Reply Brief)
<input type="checkbox"/> After Final	<input type="checkbox"/> Petition to Convert to a Provisional Application	<input type="checkbox"/> Proprietary Information
<input type="checkbox"/> Affidavits/declaration(s)	<input type="checkbox"/> Power of Attorney, Revocation	<input type="checkbox"/> Status Letter
<input type="checkbox"/> Extension of Time Request	<input type="checkbox"/> Change of Correspondence Address	<input type="checkbox"/> Other Enclosure(s) (please identify below):
<input type="checkbox"/> Express Abandonment Request	<input type="checkbox"/> Terminal Disclaimer	
<input type="checkbox"/> Information Disclosure Statement	<input type="checkbox"/> Request for Refund	
<input checked="" type="checkbox"/> Certified Copy of Priority Document(s)	<input type="checkbox"/> CD, Number of CD(s) _____	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts/Incomplete Application	Remarks	
<input type="checkbox"/> Response to Missing Parts under 37 CFR 1.52 or 1.53		
<b>SIGNATURE OF APPLICANT, ATTORNEY, OR AGENT</b>		
Firm or Individual	Thomas G. Eschweiler, Eschweiler & Associates, LLC National City Bank Building, 629 Euclid Avenue, Suite 1210 Cleveland, OH 44114	
Signature		
Date	March 1, 2004	

CERTIFICATE OF TRANSMISSION/MAILING		
I hereby certify that this correspondence is being facsimile transmitted to the USPTO or deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231 on this date: <u>March 1, 2004</u>		
Typed or printed	Christine Gillroy	
Signature		Date March 1, 2004

This collection of information is required by 37 CFR 1.5. The information is required to obtain or retain a benefit by the public which is to file (and by the USPTO to process) an application. Confidentiality is governed by 35 U.S.C. 122 and 37 CFR 1.14. This collection is estimated to take 12 minutes to complete, including gathering, preparing, and submitting the completed application form to the USPTO. Time will vary depending upon the individual case. Any comments on the amount of time you require to complete this form and/or suggestions for reducing this burden, should be sent to the Chief Information Officer, U.S. Patent and Trademark Office, U.S. Department of Commerce, Washington, DC 20231. DO NOT SEND FEES OR COMPLETED FORMS TO THIS ADDRESS. SEND TO: Commissioner for Patents, Washington, DC 20231.

If you need assistance in completing the form, call 1-800-PTO-9199 (1-800-786-9199) and select option 2.

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 07 763.4

**Anmeldetag:** 14. Februar 2003

**Anmelder/Inhaber:** Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

**Bezeichnung:** Elektro-optisches Modul zum Senden und/oder  
Empfangen optischer Signale mindestens zweier  
optischer Datenkanäle

**IPC:** H 04 B, G 02 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. Februar 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Schäfer

## Beschreibung

Bezeichnung der Erfindung: Elektro-optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale mindestens zweier  
5 optischer Datenkanäle.

Die Erfindung beriffet ein elektro-optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale mindestens zweier optischer Datenkanäle gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

10 Ein solches Modul ist aus der EP-A-238 977 bekannt. Es sind gesondert gekapselte Sende- und Empfangsmodule in TO-Bauform vorgesehen, die zusammen mit einer Anschlußfaser in einem gemeinsamen Gehäuse zueinander justiert und befestigt sind.

15 Zwischen der Anschlußfaser und den Sende- und Empfangsmodulen ist eine Freistrahloptik realisiert. Eine Linse dient der Fokussierung der Lichtstrahlen, die in die Anschlußfaser ein- bzw. aus dieser ausgekoppelt werden. Des weiteren ist zur Wellenlängenseparation ein im Freistrahlbereich angeordneter  
20 wellenlängenselektiver Filter vorgesehen, der vom Faserende abgestrahltes Licht vom Strahlengang trennt und dem Empfangsmodul zuleitet.

25 Nachteilig an diesem bekannten Modul ist ein relativ komplexer Aufbau aufgrund der Verwendung einer Mehrzahl von Teilen (Linse, Filter) im Freistrahlbereich. Diese Teile müssen hochgenau positioniert und beim Betrieb in feuchter Atmosphäre gegen eventuell auftretende Kondensationen geschützt werden.

30 Aus der WO-A-02/088812 ist eine optische Anordnung bekannt, bei der Wellenleiterstrukturen und wellenlängenselektive Elemente auf einem Substrat ausgebildet sind, etwa in Glas auf Silizium Technologie. Sende- und Empfangsmodule werden  
35 auf der Substratoberfläche angeordnet. Nachteilig sind bei derartigen Anordnungen hohe Kosten für die Substratmaterialien.

Die WO-A-02/095470 beschreibt ein elektro-optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale mindestens zweier optischer Datenkanäle, die in einem Lichtwellenleiter geführt werden. Der Lichtwellenleiter bildet in dem Modul mindestens zwei Lichtwellenleiterabschnitte mit jeweils mindestens einer angeschrägten und wellenlängenselektiv beschichteten Stirnfläche aus, wobei die Lichtwellenleiterabschnitte an den angeschrägten Stirnflächen axial hintereinander positioniert sind. Für einen optischen Datenkanal erfolgt eine Lichtauskopplung aus dem Lichtwellenleiter, indem Licht des optischen Datenkanals an der wellenlängenselektiv beschichteten Stirnfläche reflektiert und dabei im wesentlichen senkrecht zur optischen Achse des Wellenleiterabschnitts ausgekoppelt wird. Die Wellenleiterabschnitte sind in einem die Abschnitte zueinander zentrierenden Montageröhrchen angeordnet.

Auch wenn dieses bekannte Modul keine zusätzlichen Linsen benötigt und der Lichtwellenleiter weitestgehend im Wellenleiter geführt wird, so besteht doch der Nachteil, dass das die Wellenleiterabschnitte zentrierende Montageröhrchen relativ teuer und aufwendig in der Herstellung ist.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale zur Verfügung zu stellen, das einfach und kompakt aufgebaut ist, mit wenig Teilen auskommt und kostengünstig herstellbar ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein optisches Modul mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Bevorzugte und vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Danach zeichnet sich die Erfindung dadurch aus, dass der Lichtwellenleiter in dem Modul als ein einziges

Wellenleiterstück mit einer angeschrägten Stirnfläche ausgebildet ist, die einen wellenlängenselektiven Filter aufweist oder mit einem solchen verbunden ist. Dabei wird zum einen Licht des einen Datenkanals an dem

5 wellenlängenselektiven Filter reflektiert und unter einem Winkel zur optischen Achse des Wellenleiterstücks aus- oder eingekoppelt. Licht des anderen Datenkanals wird durch den wellenlängenselektiven Filter hindurch- und aus der

10 angeschrägten Stirnfläche aus- bzw. in diese eintritt, wobei es ebenfalls unter einem Winkel zur optischen Achse des Wellenleiterstücks aus- oder eingekoppelt wird. Zwischen der angeschrägten Stirnfläche des Wellenleiterstücks und dem Sendebau- element sowie dem Empfangsbau- element ist ein

15 Freistrahlsbereich ausgebildet, den das ein- oder ausgekoppelte Licht auf seinem Weg vom Sendebau- element bzw. zum Empfangsbau- element durchläuft.

Die erfindungsgemäße Lösung sieht ein Aufbaukonzept vor, bei dem nur ein Lichtwellenleiterabschnitt bzw. ein

20 Wellenleiterstück vorgesehen ist. An der angeschrägten Stirnfläche des Wellenleiterstücks werden die Lichtsignale beider Datenkanäle in das Wellenleiterstück ein- bzw. aus diesem ausgekoppelt. Der Winkel der angeschrägten Stirnfläche ist dabei so dimensioniert, dass das an der Stirnfläche

25 reflektierte Licht den Mantel des Wellenleiterstücks (sowie ggf. angrenzende Materialien) durchstrahlt und dann schräg abgestrahlt wird. Der andere Signalanteil tritt durch die Stirnfläche des Wellenleiterstücks hindurch. Es ergibt sich dabei automatisch eine winklige Anordnung von Sendebau- element

30 und Empfangsbau- element.

Die erfindungsgemäße Lösung zeichnet sich durch einen besonders einfachen und kostengünstigen Aufbau aus, da nur ein Wellenleiterabschnitt vorgesehen und die Verwendung von

35 Montageröhrchen zur Positionierung einzelner Wellenleiterabschnitte zueinander dementsprechend nicht erforderlich ist. Auch sind keine gesonderten

Strahlteiler Elemente im Freistrahlbereich erforderlich.  
Eventuell vorhandene Linsen zur Strahlformung sind bevorzugt  
in das Sende- und Empfangsbau Element integriert, so dass  
keine gesonderten Teile im Freistrahlbereich angeordnet und  
5 positioniert werden müssen.

Es wird darauf hingewiesen, dass die erfindungsgemäße  
Anordnung sowohl die Verwendung eines Sendebau Elements und  
eines Empfangsbau Elements als auch die Verwendung zweier  
10 Sendebau Elemente oder zweier Empfangsbau Elemente umfasst,  
wobei im letzteren Fall Licht zweier Wellenlängen in das  
Wellenleiterstück ein- bzw. ausgekoppelt wird, d.h. das Modul  
arbeitet als Multiplexer bzw. Demultiplexer. Weiter wird  
darauf hingewiesen, dass die Begriffe Sendebau Element bzw.  
15 Empfangsbau Element neben den eigentlichen elektrooptischen  
Elementen wie Laserdiode und Empfangsdiode auch ggf.  
zugeordnete Komponenten wie strahlformende Elemente,  
Treiberbausteine und Monitordioden umfassen. Bevorzugt  
handelt es sich bei einem Sendebau Element oder  
20 Empfangsbau Element jeweils um ein an sich bekanntes  
Mikromodul zur Signalerzeugung bzw. -detektion.

Der Winkel der schrägen Endfläche des Wellenleiterstücks  
bestimmt eindeutig die relative Position von Sendebau Element  
und Empfangsbau Element und die Richtung der optischen  
25 Strahlachsen dieser Elemente. So bestimmt sich sowohl die  
Strahlrichtung des reflektierten Signals als auch die  
Strahlrichtung des aus der Stirnfläche ein- bzw. austretenden  
Lichtstrahls eindeutig aus dem Reflexionsgesetz und  
30 Brechungsgesetz.

Der Winkel der Stirnfläche beträgt gegenüber der optischen  
Achse des Wellenleiterstücks in einer bevorzugten  
Ausgestaltung der Erfindung im wesentlichen  $60^\circ$ . Die optische  
35 Achse des Bauelements, dass das an der Stirnfläche  
reflektierte Licht aussendet oder empfängt, ist dann um einen  
Winkel von etwa  $61^\circ$  zur optischen Achse des

Wellenleiterstücks geneigt. Die optische Achse des Bauelements, dass das durch die Stirnfläche hindurchtretende Licht aussendet oder empfängt, ist um einen Winkel von etwa  $7^\circ$  zur optischen Achse des Wellenleiterstücks geneigt. Die optischen Achsen des Sende- und Empfangsbauelements sind somit unter einem Winkel ungleich  $90^\circ$  zueinander angeordnet. Dies gilt auch bei anderen Ansträgswinkeln der Stirnfläche, so dass dieses Merkmal als charakteristisch für die vorliegende Erfindung angesehen werden kann.

In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung umfasst das Wellenleiterstück eine Glasferrule, die für Licht der verwendeten Wellenlängen transparent ist. Die Glasferrule weist bevorzugt an ihren Enden eine dem Lichtwellenleiter entsprechend angeschrägte Stirnfläche auf, so dass ein planer Abschluss vorliegt. Das reflektierte Licht durchstrahlt zunächst den Mantel des Lichtwellenleiters und dann die Glasferrule bzw. umgekehrt. Die Glasferrule ermöglicht eine sichere Halterung und Handhabung des Lichtwellenleiters des Wellenleiterstücks.

Da die Ansträgung der Stirnfläche des Wellenleiterstücks die Position von Sende- und Empfangsbauelement (oder zweier Sendebauelemente oder zweier Empfangsbauelemente) festlegt, können bei einer definierten Ansträgung der Stirnfläche das Sendebauelement und das Empfangsbauelement an einem Modulgehäuse vormontiert werden. Das Sendebauelement und das Empfangsbauelement sind dementsprechend bevorzugt an einem gemeinsamen Modulgehäuse befestigt und an diesem in einem definierten Winkel zueinander positioniert.

Das Sendebauelement und das Empfangsbauelement sind dabei am Modulgehäuse bevorzugt hermetisch vorfixiert, so dass das Gehäuseinnere nach Einbringen und hermetisch dichter Befestigung auch des Wellenleiterstücks gegenüber der Außenwelt hermetisch abgeschlossen ist.



Das Modulgehäuse weist bevorzugt definierte Anschläge zur hermetisch dichten Befestigung des Sendebauelements und/oder des Empfangsbauelements auf. Dies ermöglicht in einfacher Weise eine präzise Positionierung der Bauelemente am  
5 Modulgehäuse sowie eine einfache Befestigung.

In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Wellenleiterstück an einem Einsetzteil vormontiert, das in das Modulgehäuse eingesetzt wird. Das Wellenleiterstück ragt mit seiner  
10 angeschrägten Stirnseite dabei in das Innere des Modulgehäuses. Das Einsetzteil weist bevorzugt einen Flansch auf, über den das Einsetzteil und das Wellenleiterstück in definierter Anordnung im Modulgehäuse befestigbar sind. Eine Befestigung des Einsetzteils am Modulgehäuse erfolgt  
15 bevorzugt unter Bereitstellung eines hermetischen Verschlusses. Sofern, wie bevorzugt vorgesehen, auch die beiden Bauelemente hermetisch dicht am Gehäuse befestigt sind, ist das Modulinnere hermetisch von der Außenwelt abgeschlossen. Es besteht dann in vorteilhafter Weise keine  
20 Notwendigkeit, auch die Einzelkomponenten des Sendebauelementes und des Empfangsbauelementes zusätzlich hermetisch dicht auszubilden.

In einer bevorzugten Ausgestaltung wird das Wellenleiterstück  
25 derart im Modulgehäuse positioniert, dass von dem Sendebauelement abgestrahltes Licht exakt auf die Stirnfläche des Wellenleiterstückes fokussiert wird. Dies kann beispielsweise im Rahmen eines aktiven Justageprozesses erfolgen. Die Justage erfolgt bevorzugt in Bezug auf das  
30 Sendebauelement, da das Empfangsbauelement in der Regel eine größere Empfangsfläche als die Strahlapertur aus dem Wellenleiterstück aufweist, so dass Toleranzen durch die große Empfangsfläche ausgeglichen werden. Bevorzugt ist also, dass die Komponenten des Sendebauelements das Licht auf das  
35 Wellenleiterstück fokussieren und das Empfangsbauelement eine Empfangsfläche von ausreichender Größe oder alternativ eine fokussierende Optik besitzt.

Statt einer aktiven Justage ist grundsätzlich durchaus auch eine passive Justage denkbar, wobei die Position des Wellenleiterstücks und die Position der Stirnfläche durch die Lage im Einsteckteil und dessen Position am Gehäuse festgelegt wird.

Das Sende- und Empfangsbauelement ist bevorzugt jeweils auf einer Grundplatte, insbesondere einer TO-Grundplatte (TO-Header) angeordnet, die jeweils in einen entsprechenden Aufnahmebereich des Modulgehäuses einsetzbar ist. Grundsätzlich ist es auch möglich, das Sende- und Empfangsbauelement in einem kompletten Gehäuse anzuordnen, z.B. einem TO-Gehäuse, dass dann in das Modulgehäuse eingesetzt wird.

Es können eine Vielzahl von Bauformen für das Sendebauelement und das Empfangsbauelement sowie für die Grundplatte bzw. ein Gehäuse gewählt werden. Zum Beispiel können Sende- und Empfangsbauelemente statt auf TO-Headern auf Leadframes oder flexiblen Verdrahtungsträgern angeordnet sein. Als Sendeelemente sind neben kantenemittierenden Lasern insbesondere auch vertikalemittierende Laser (VCSEL) einsetzbar, die dann mittels einer Fokussieroptik direkt in das Wellenleiterstück einkoppeln.

Der Freistrahlbereich zwischen der Stirnfläche des Wellenleiterstücks und dem Sendebauelement bzw. dem Empfangsbauelement weist bevorzugt jeweils eine Linse auf, die der Strahlfokussierung dient. Die Linse ist dabei bevorzugt in das Sendebauelement bzw. Empfangsbauelement integriert, so dass der Freistrahlbereich keine gesonderten Elemente aufweist, die positioniert werden müssten.

Das Wellenleiterstück ragt an seinem der angeschrägten Stirnfläche entgegengesetzten Ende bevorzugt definiert aus dem Modulgehäuse hervor. Hierdurch wird ein Ankoppelbereich

zum Anschluss beispielsweise eines Fasersteckers bereitgestellt. Grundsätzlich kann eine Lichtleitfaser dabei über beliebige optische Verbindungen mit dem Wellenleiterstück verbunden sein.

5

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf die Figuren der Zeichnung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es zeigen:

- 10    Figur 1    eine erste perspektivische Ansicht eines elektro-optisches Moduls zum Senden und Empfangen optischer Signale;
- 15    Figur 2    eine zweite perspektivische Ansicht des Moduls der Figur 1;
- Figur 3    eine Ansicht von unten des Moduls der Figuren 1 und 2 und
- 20    Figur 4    einen Schnitt durch das Modul der Figuren 1 bis 3 entlang der Linie A-A der Figur 3.

25

Die Figuren zeigen ein elektro-optisches Modul zum Senden und Empfangen optischer Signale, die in einem Lichtwellenleiter übertragen werden (bidirektionaler Transceiver). Das Modul weist ein als Mikromodulbaugruppe ausgebildetes Sendebau-  
element 1 mit einer optischen Achse 101, ein ebenfalls als Mikromodulbaugruppe ausgebildetes Empfangsbauelement 2 mit einer optischen Achse 201 und einen  
30 in einem Wellenleiterstück 3 angeordneten Single-Mode-Wellenleiter 300 mit einer optischen Achse 301 auf. Das Sendebau-  
element 1, das Empfangsbauelement 2 und das Wellenleiterstück 3 sind in einem gemeinsamen, einteiligen Gehäuse 5 angeordnet und an diesem zueinander positioniert.

35

Das Sendebau-  
element 1 ist auf einem Träger 6 angeordnet, der im dargestellten Ausführungsbeispiel in TO-Form ausgeführt

ist, grundsätzlich aber auch in anderen Bauformen ausgeführt sein kann. Das Sendebauelement bzw. die Mikromodulbaugruppe 1 besteht aus einem Laserchip 102, einer Monitordiode 103, einer Spiegelfläche 104 und einer fokussierenden Linse 105.

5 Der Laserchip 102 ist als kantenemittierender Laserchip ausgebildet, wobei das aus dem Laser 102 ausgekoppelte Licht an der Spiegelfläche 104 um  $90^\circ$  umgelenkt und durch die Linse 105 fokussiert wird.

10 Zur Befestigung des Trägers 6 am Gehäuse 5 weist dieser eine umlaufende Flanschfläche 601 auf. Diese liegt an einer zugeordneten Anschlagfläche 501 des Modulgehäuses 5 an. Die beiden Anschlagflächen 501, 601 weisen einen Winkel von ca.  $97^\circ$  zur optischen Achse 301 des Wellenleiterstücks 3 auf.

15 Das Empfangsbauelement 2 ist ebenfalls auf einem in TO-Bauform ausgebildeten Träger 7 angeordnet. Die entsprechende Mikromodulbaugruppe besteht aus einem Trägersubstrat 203, einer darauf befestigten Empfangsdiode 202 und einer darüber  
20 an einem Zwischenträger 204 befestigten Linse 205.

Der Träger 7 des Empfangsbauelementes 2 weist ebenso wie der Träger 5 des Sendebauelementes 1 einen umlaufenden Flansch 701 auf, der mit einer entsprechenden Anschlagfläche 502 des Gehäuses 5 korrespondiert. Die Anschlagflächen 701, 502  
25 weisen einen Winkel von ca.  $61^\circ$  zur optischen Achse 301 des Wellenleiterstücks 3 auf.

Die in TO-Bauform ausgeführten Träger 6, 7 weisen jeweils in  
30 an sich bekannter Weise elektrische Durchführungen 602, 702 auf, mit denen den Bauelementen 1, 2 elektrische Signale zugeführt werden. Die Träger 6, 7 sind hermetisch an dem Gehäuse 5 befestigt, etwa durch einen Schweißvorgang.

35 Die vorstehende Erläuterung der Sende- und Empfangsbauelemente 1, 2 ist lediglich beispielhaft zu verstehen. Grundsätzlich können beliebige Anordnungen von

Sende- und Empfangsbauelementen eingesetzt werden.  
Beispielsweise kann die Sendebaugruppe 1 eine vertikal emittierende Laserdiode aufweisen. Auch können statt Träger in TO-Bauform Träger in anderen Bauformen eingesetzt werden.

5

Der Lichtwellenleiter 300 ist in einer Glasferrule 302 angeordnet. Zusammen bilden sie das Wellenleiterstück 3. Die gemeinsamen Stirnflächen 303, 304 von Lichtwellenleiter 300 und Glasferrule 302 verlaufen jeweils parallel und sind plan geschliffen.

10

Der Lichtwellenleiter 300 und die Glasferrule 302 befinden sich in einem Einsteckteil 8, das einen zylindrischen Teil 81 und einen Flansch 82 ausbildet. Der zylindrische Teil 81 dient der Aufnahme und Halterung des Wellenleiterstücks 3. Der Flansch 82 korrespondiert mit Anschlagflächen 503 des Gehäuses 5. Dies ermöglicht eine hermetisch dichte Befestigung des Einsteckteils 8 und damit des Wellenleiterstücks 3 im Gehäuse 5.

15

20

Der zylindrische Teil 81 des Einsteckteils 8 wird dabei in eine Bohrung 504 des Gehäuses 5 eingeführt. Der Durchmesser des zylindrischen Teils 81 ist geringer als der Durchmesser der Bohrung 504, so dass vor einer Befestigung des Einsteckteils 8 und damit des Wellenleiterstücks 3 eine aktive Justage in x/y-Richtung erfolgen kann.

25

Das Wellenleiterstück 3 weist an seinem dem Gehäuse 5 abgewandten Ende eine senkrechte Endfläche 304 auf, die eine Schnittstelle zu einem an dem Modul zu befestigenden Lichtleitkabel bereitstellt. Ein solches Lichtleitkabel wird über übliche optische Steckverbindungen an dem Ende des Wellenleiterabschnitts 3 befestigt.

30

35

Die im Gehäuseinneren ausgebildete Stirnfläche 303 des Wellenleiterstücks 3 weist eine Anschrägung auf, im dargestellten Ausführungsbeispiel von 60° zur optischen Achse

301 des Wellenleiterstücks 3 bzw. des Lichtwellenleiters 300. Auf der Stirnfläche 303 ist ein wellenlängenselektiver Filter 4 aufgebracht. Das Aufbringen des Filters 4 erfolgt beispielsweise in einem Vakuumprozess. Alternativ ist ein  
5 wellenlängenselektiver Filter auf ein separat hergestelltes Filterplättchen aufgebracht, das dann an der Stirnfläche 303 befestigt, beispielsweise angeklebt wird.

Zur Positionierung der Stirnfläche 303 in Drehrichtung um die  
10 optische Achse 301 sind beispielsweise Rastmarkierungen (nicht gesondert dargestellt) am Flansch 82 des Einsteckteils 8 und an der Anschlagfläche 503 des Gehäuses 5 vorgesehen, die zueinander korrespondieren und eine Befestigung in einer bestimmten Winkellage bereitstellen. Im dargestellten  
15 Ausführungsbeispiel ist die Winkellage dabei derart, dass die angeschrägte Stirnfläche 303 senkrecht zur Zeichenebene der Fig. 4 verläuft.

Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist der  
20 wellenlängenselektive Filter 4 transparent für Licht einer ersten Wellenlänge, das von dem Sendebauэлеment 1 ausgesandt wird. Der wellenlängenselektive Filter 4 ist dagegen reflektierend für Licht einer zweiten Wellenlänge, das von dem Empfangsbauэлеment 2 empfangen wird. Dementsprechend wird  
25 Licht, das sich im Wellenleiter 300 in Richtung der angeschrägten Stirnfläche 303 ausbreitet, am wellenlängenselektiven Filter 4 reflektiert. Das reflektierte Licht durchstrahlt aufgrund der vorgegebenen Geometrie zunächst den Mantelbereich des Lichtwellenleiters 300 und  
30 tritt dann in die Glasferrule 302 ein. Nach Durchstrahlen der Glasferrule 302 tritt es aus dieser aus und wird nach Durchlaufen eines Freistrahlsbereichs durch die Linse 205 des Empfangsbauelements 2 auf die Empfangsdiode 202 fokussiert.

35 Das reflektierte Licht tritt somit nicht aus der Stirnfläche der Glasfaser 300 aus, sondern wird durch den Mantel und die sich anschließende Glasferrule 302 nach außen abgestrahlt.

Die optische Achse 201 des Empfangsbauelementes verläuft dabei in einem Winkel von etwa  $61^\circ$  zur Achse 301 des Lichtwellenleiters 2.

- 5 Es wird darauf hingewiesen, dass die Stirnfläche 303 des Wellenleiterstücks 3 bevorzugt eine Anschrägung derart aufweist, dass das an der Stirnfläche 303 reflektierte Licht die Glasferrule 302 möglichst senkrecht durchstrahlt, um eine Strahlablenkung aufgrund einer Lichtbrechung am Übergang
- 10 Ferrule zu angrenzendem Freistrahlbereich möglichst gering zu halten. Die Ausrichtung unter einem Winkel von  $60^\circ$  zur optischen Achse 301 des Wellenleiterstücks 3 ist nur ein Beispiel für eine bevorzugte Schrägstellung der Stirnfläche.
- 15 In einer Weiterbildung ist zumindest der Freistrahlbereich zwischen Ferrule 302 und Empfangsbauelement 2 mit einem indexangepassten Vergussmaterial gefüllt, um eine Lichtbrechung am Übergang Ferrule/Freistrahlbereich zu minimieren.
- 20 Vom Sendebauelement 1 ausgestrahltes Licht wird über die Linse 105 exakt auf die Stirnfläche des Lichtwellenleiters 300 fokussiert. Da der wellenlängenselektive Filter 4 für die Wellenlänge des Sendebauelementes 1 transparent ist, tritt es
- 25 durch die Stirnfläche 303 in den Lichtwellenleiter 300 ein und breitet sich in entgegengesetzter Richtung wie das zu detektierende Licht im Lichtwellenleiter 300 aus.
- 30 Es wird darauf hingewiesen, dass das Licht zwischen dem Sendebauelement 1 und der Stirnfläche 303 des Lichtwellenleiters 300 ebenfalls einen Freistrahlbereich durchläuft. Die optische Achse 101 des Sendebauelementes 1 verläuft in einem Winkel von etwa  $7^\circ$  zur optischen Achse 301 des Lichtwellenleiters 300. Die optischen Achsen 101, 201 von
- 35 Sendebauelement 1 und Empfangsbauelement 2 bilden somit einen Winkel ungleich  $90^\circ$ . Dadurch ergibt sich eine für den beschriebenen Modulaufbau typische Anordnung.

Die Montage des opto-elektronischen Moduls erfolgt derart, dass zunächst das Sendebauelement 1 und das Empfangsbauelement 2 mit den zugeordneten Trägern 6, 7 hermetisch dicht am Gehäuse 5 befestigt werden. Eine Vormontage ist möglich, da über die Anschrägung der Stirnfläche 303 des Lichtwellenleiters 100 die relative Lage von Sendebauelement 1 und Empfangsbauelement 2 definiert wird.

Es wird nun das in dem Einsteckteil 8 angeordnete Wellenleiterstück 3 in das Gehäuse 5 eingesetzt. Eine aktive Justage in x/y-Richtung erfolgt durch entsprechendes Verschieben des Flansches 82 an der Anschlagfläche 503 des Gehäuses 5. Die Justage erfolgt derart, dass die maximale Leistung des Sendebauelementes 1 in den Lichtwellenleiter 2 eingekoppelt wird.

Die Position der Stirnfläche 303 in z-Richtung ist festgelegt durch die Länge des Wellenleiterstücks 3 im Einsteckteil 8, insbesondere die Länge des aus dem zylindrischen Bereich 81 hervorstehenden Teils und ist voreingestellt. Eine Justage hinsichtlich der Drehorientierung bezüglich der optischen Achse 301 erfolgt wie bereits erwähnt beispielsweise durch zusätzliche Rastmarkierungen am Flansch 82 und der Anschlagfläche 503 des Gehäuses 5.

Von Bedeutung ist, dass bei der Justage das vom Sendebauelement 1 ausgesandte Licht auf die Stirnfläche 303 des Lichtwellenleiters 2 fokussiert wird. Aufbautoleranzen hinsichtlich des Empfangsbauelementes 2 werden dadurch toleriert, dass das Empfangsbauelement 2 eine Linse 205 aufweist, die den Strahl auf eine Empfängerfläche 206 fokussiert, die bevorzugt größer ist als der fokussierende Spot des zu detektierenden Lichtes.

Die Erfindung beschränkt sich in ihrer Ausführung nicht auf



das vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiel.

Beispielsweise können bei grundsätzlich gleichem Aufbau statt eines Sendebauelementes und eines Empfangsbauelementes auch zwei Sendebauelemente oder zwei Empfangsbauelemente

- 5 eingesetzt werden. Des weiteren können die verwendeten Winkel unterschiedlich, die Sende- und Empfangsbauelemente anders ausgeführt und auf andersartigen Trägern oder in Gehäusen angeordnet sein. Es kommt lediglich darauf an, dass die angeschrägte, mit einem wellenlängenselektiven Filter
- 10 versehene Stirnfläche eines Lichtwellenleiters Signale zweier Wellenlängen trennt, wobei Signale der einen Wellenlänge durch die Stirnfläche hindurchtreten und die Signale der anderen Wellenlänge an der Stirnfläche reflektiert werden. Die auf diese Weise getrennten Lichtsignale breiten sich über
- 15 einen Freistrahlbereich zu einer Empfangseinrichtung aus oder werden über einen Freistrahlbereich von einer Sendeeinrichtung auf die angeschrägte Stirnfläche ausgesandt.

## Patentansprüche

1. Elektro-optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale mindestens zweier optischer Datenkanäle, die in einem Lichtwellenleiter geführt werden, mit mindestens einem Sendebau-  
5 element, dessen Licht in den Lichtwellenleiter eingekoppelt wird und/oder mindestens einem Empfangsbau-  
element, das aus dem Lichtwellenleiter ausgekoppeltes Licht empfängt,

10 dadurch gekennzeichnet,

dass der Lichtwellenleiter (300) in dem Modul als ein einziges Wellenleiterstück (3) mit einer angeschrägten Stirnfläche (303) ausbildet ist, die einen  
15 wellenlängenselektiven Filter (4) aufweist oder mit einem solchen verbunden ist, wobei

- Licht des einen Datenkanals an dem wellenlängenselektiven Filter (4) reflektiert und unter einem Winkel zur optischen  
20 Achse (301) des Wellenleiterstücks (3) aus- oder eingekoppelt wird,
- Licht des anderen Datenkanals durch den wellenlängenselektiven Filter (4) hindurch- und aus der angeschrägten Stirnfläche (303) aus- bzw. in diese  
25 eintritt, und
- zwischen der angeschrägten Stirnfläche (303) und den Bauelementen (1, 2) ein Freistrahlbereich ausgebildet ist.

2. Modul nach Anspruch 1, dadurch  
30 gekennzeichnet, dass die Stirnfläche (303) mit einem wellenlängenselektiven Filter (4) beschichtet oder auf der Stirnfläche ein separater Träger mit einem wellenlängenselektiven Filter angeordnet ist.

35 3. Modul nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel der Stirnfläche (303)

gegenüber der optischen Achse (301) des Wellenleiterstücks (3) im wesentlichen  $60^\circ$  beträgt.

4. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die optischen Achsen (101, 201) des Sende- und Empfangsbauelements (1, 2) unter einem Winkel ungleich  $90^\circ$  zueinander verlaufen.

5. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Wellenleiterstück (3) eine Glasferrule (302) umfasst, in der sich der eigentliche Lichtwellenleiter (300) befindet und die für Licht der verwendeten Wellenlänge transparent ist.

6. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendebauelement und/oder das Empfangsbauelement an einem gemeinsamen Modulgehäuse (5) befestigt und an diesem in einem definierten Winkel zueinander positioniert sind.

7. Modul nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Sendebauelement und das Empfangsbauelement am Modulgehäuse (5) hermetisch vorfixiert sind.

8. Modul nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Modulgehäuse (5) definierte Anschlüsse (501, 502, 503) zur hermetisch dichten Befestigung des Sendebauelements (1) und/oder des Empfangsbauelements (2) aufweist.

9. Modul nach Anspruch mindestens einem der Ansprüche 6 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Wellenleiterstück (3) an einem Einsetzteil (8) vormontiert ist, das in das Modulgehäuse (5) einsetzbar ist.

10. Modul nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Einsetzteil (8) einen Flansch (82) aufweist, über den das Einsetzteil (8) und das Wellenleiterstück (3) in definierter Anordnung im Modulgehäuse (5) befestigbar sind.
11. Modul nach Anspruch mindestens einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Einsetzteil (8) und das Wellenleiterstück (3) hermetisch dicht im Modulgehäuse (5) angeordnet sind.
12. Modul nach Anspruch mindestens einem der Ansprüche 6 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Wellenleiterstück (3) derart im Modulgehäuse (5) positioniert ist, dass von dem Sendebauэлеment (1) abgestrahltes Licht exakt auf die Stirnfläche (303) des Wellenleiterstücks (3) fokussiert wird.
13. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Sende- oder Empfangsbauэлеment (1, 2) jeweils auf einer Grundplatte (6, 7), insbesondere in TO-Bauform angeordnet ist, die in entsprechende Aufnahmebereiche des Modulgehäuses (5) einsetzbar sind.
14. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im Freistrahlsbereich zwischen der Stirnfläche (303) des Wellenleiterstücks (3) und dem Sendebauэлеment (1) und/oder dem Empfangsbauэлеment (2) jeweils mindestens eine Linse (105, 205) vorgesehen ist.
15. Modul nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Linse (105, 205) in das Sendebauэлеment (1) bzw. Empfangsbauэлеment (2) integriert ist.

16. Modul nach mindestens einem der Ansprüche 6 bis 15,  
dadurch gekennzeichnet, dass das Wellenleiterstück  
(3) an seinem der angeschrägten Stirnfläche (303)  
entgegengesetzten Ende (304) definiert aus dem Modulgehäuse  
5 (5) hervorragt.

17. Modul nach mindestens einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, dass der Lichtwellenleiter  
(300) ein Single-Mode-Wellenleiter ist.

10

## Zusammenfassung

Bezeichnung der Erfindung: Elektro-optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale mindestens zweier  
5 optischer Datenkanäle.

Die Erfindung betrifft ein elektro-optisches Modul zum Senden und/oder Empfangen optischer Signale mindestens zweier optischer Datenkanäle, die in einem Lichtwellenleiter geführt  
10 werden, mit mindestens einem Sendebauelement und/oder mindestens einem Empfangsbauelement. Erfindungsgemäss ist der Lichtwellenleiter (300) als ein einziges Wellenleiterstück (3) mit einer angeschrägten Stirnfläche (303) ausgebildet, die einen wellenlängenselektiven Filter (4) aufweist oder mit  
15 einem solchen verbunden ist, wobei Licht des einen Datenkanals an dem wellenlängenselektiven Filter (4) reflektiert und unter einem Winkel zur optischen Achse (301) des Wellenleiterstücks (3) aus- oder eingekoppelt wird, Licht des anderen Datenkanals durch den wellenlängenselektiven  
20 Filter (4) hindurch- und aus der angeschrägten Stirnfläche (303) aus- bzw. in diese eintritt, und zwischen der angeschrägten Stirnfläche (303) und den Bauelementen (1, 2) ein Freistrahlbereich ausgebildet ist.

25 Fig. 4

FIG 1

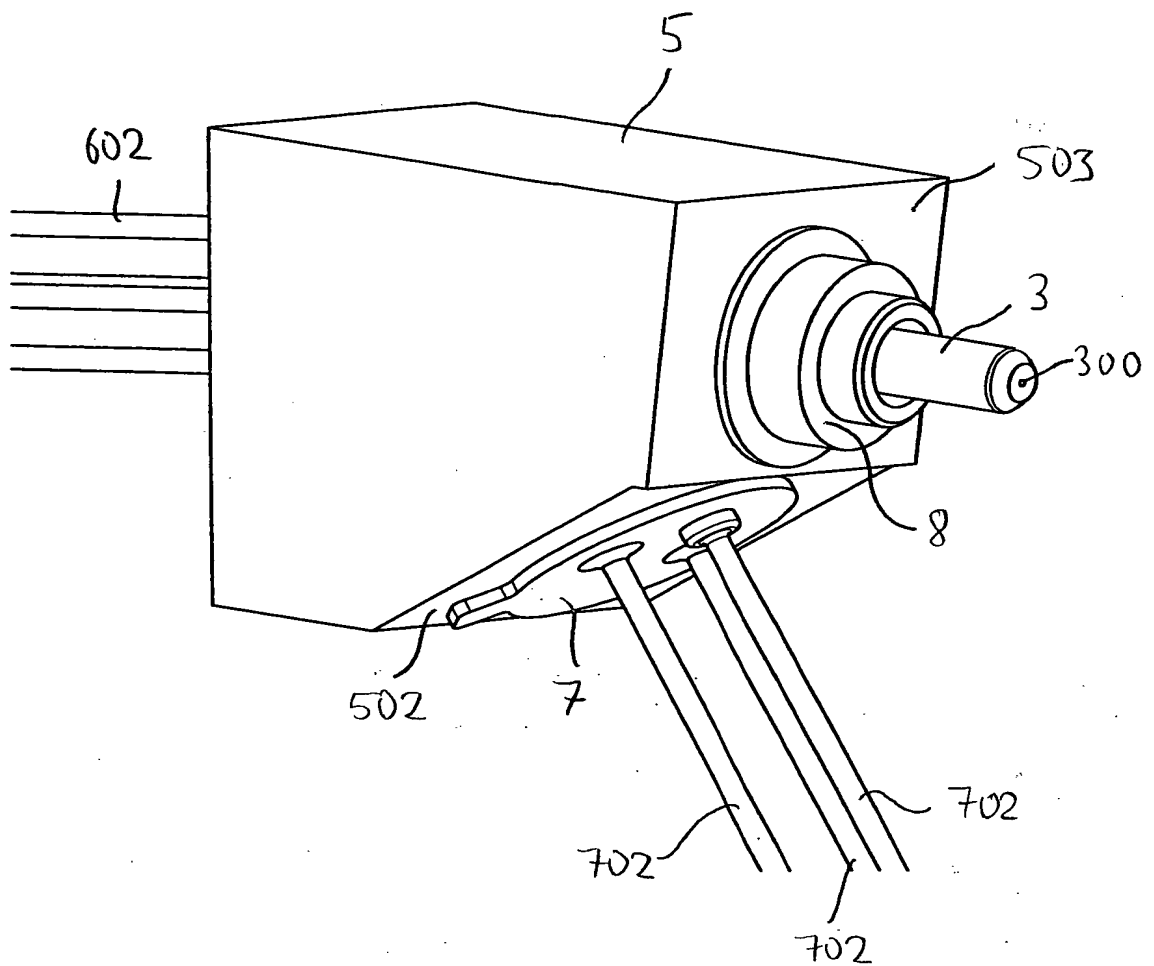


FIG 2

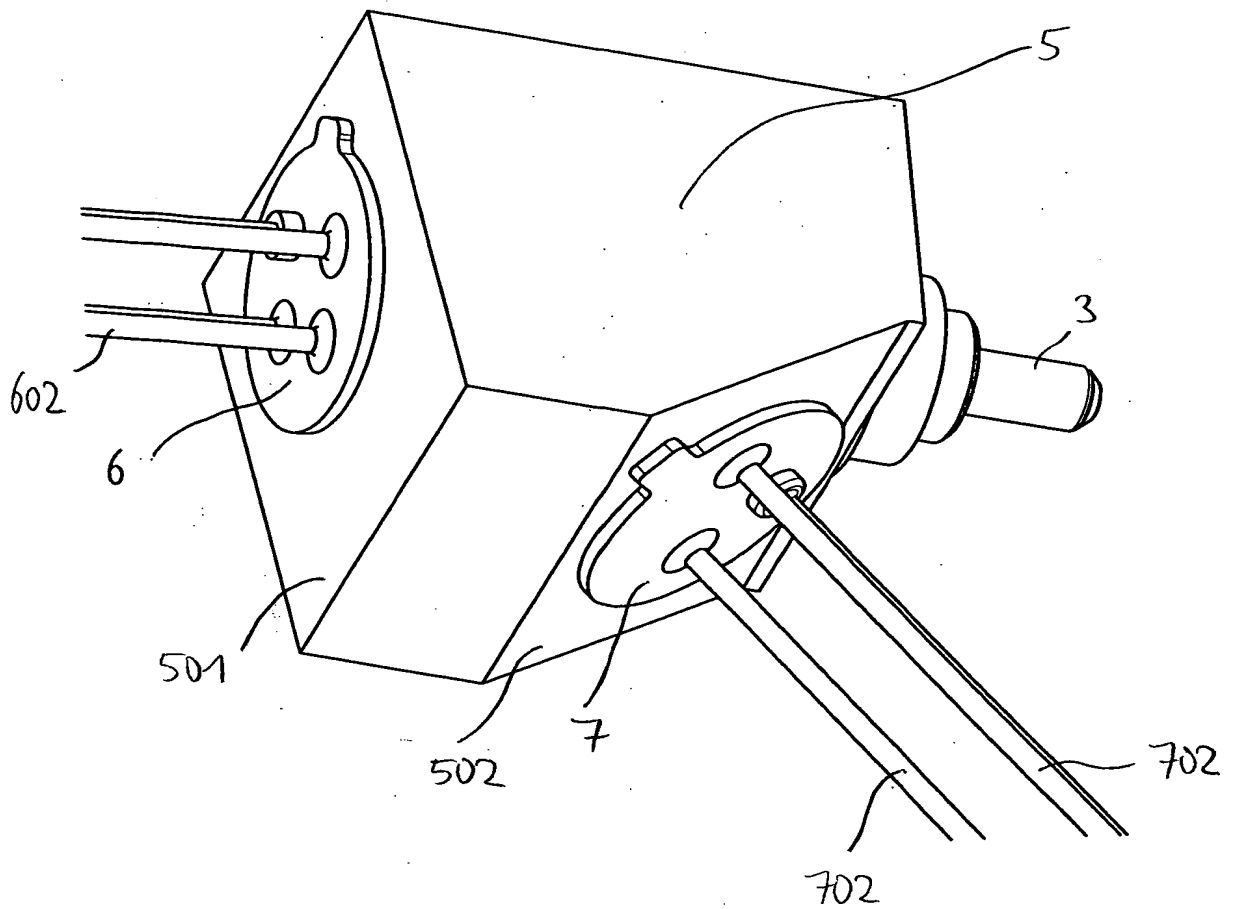




FIG 3

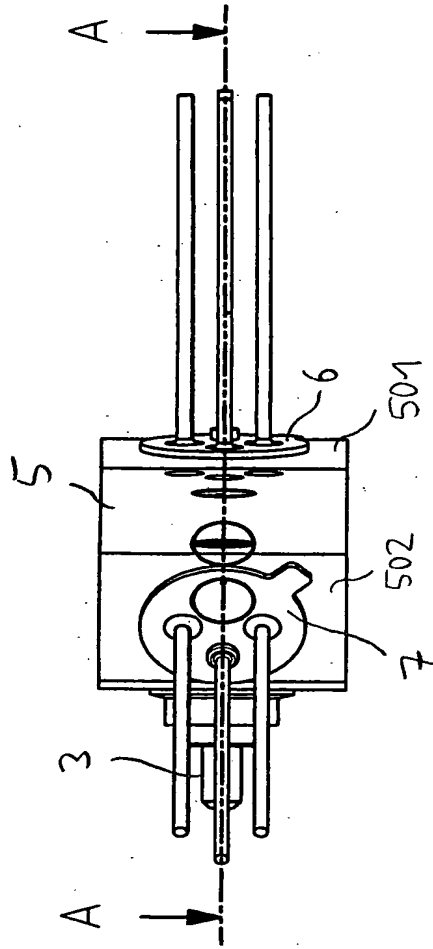


FIG 4

